Aus der Chirurgischen Universitätsklinik zu Erlangen
Direktor: Prof. Dr. O. Goetze.

Die Entwicklung der Technik der Bluttransfusion und die Beschreibung einer neuen Methode.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexanders-Universität
Erlangen

vorgelegt von

Heinrich Hofmeister

aus Fichtelberg

Tag der mündlichen Prüfung: 17. Juni 1938.

1938

Buchdruckerei Karl Döres, Erlangen, Jägerstraße 3.

Dekan: Professor Dr. med. Greving.

Referent: Dozent Dr. habil. Zschau.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Die Entwicklung der Technik in der Bluttransfusion und die Beschreibung einer neuen Methode.

Die ewige Jugend, ein Wunsch, von dem schon im grauen Altertum geträumt wurde, ließ bereits damals den Gedanken wach werden, das Blut, den Saft des Lebens, durch junges, frisches zu ersetzen. Wohl mancher Arzt und Philosoph aus dieser Zeit mag sich damit beschäftigt haben, vielleicht sind auch therapeutische Gründe mit abgewägt worden. Genauere Ueberlieferungen jedoch besitzen wir nicht. Das, was uns bekannt ist, gehört zumeist in das Gebiet der Sage. Zuweilen glaubte man auch durch orale Aufnahme frischen Blutes denselben Zweck zu erfüllen. Fast dieselbe Ansicht herrschte noch im Mittelalter. Wie sollte es auch anders sein, da man sowohl über die Beschaffenheit des Blutes als auch über den Blutkreislauf selbst in Unkenntnis war. Erst nach der Entdeckung des Blutkreislaufes war es möglich, über die Bluttransfusion genauere Betrachtungen und selbst Versuche anzustellen. Harvey entdeckte 1628 den Blutkreislauf und schon einige Jahre hernach fanden sich auch schon Anfänge für die Transfusion. Diesmal jedoch dachte man weniger wie im Altertum und im Mittelalter an eine Verjüngung als vielmehr an die Heilkraft, an einen therapeutischen Zweck bei schweren Blutverlusten und Erkrankungen. Im 17. Jahrhundert, anschließend an die Entdeckung des Kreislaufes, wurden in verschiedenen Ländern zahlreiche Versuche an Tieren unternommen, auch einige Transfusionen an Menschen ausgeführt, indem man Lammblut mittels einer silbernen Kanüle aus der Arteria carotis in die Armvene überleitete. Verschiedene Erfolge wurden verzeichnet, doch bestimmt auch Mißerfolge und deren nicht wenige, so daß die Bluttransfusion wieder einschlief und das 18. Jahrhundert so gut wie gar nichts Neues brachte. Erst das 19. Jahrhundert brachte wieder neue Fortschritte. Während man im 17. Jahrhundert mittels einer silbernen Kanüle überleitete, wurde

jetzt diese Methode vielfach modifiziert. Die Kanülen wurden aus Glas, Gummi, Kupfer und anderen Stoffen hergestellt. Bald aber bürgerte sich die Spritze ein, die aus Metall, Glas oder Hartgummi gemacht wurde.

Mit dem Fortschritt in der Transfusion ging auch die Einführung von verschiedenen Apparaten parallel. Man hatte auch schon gelernt, Blut zu defibrinieren und das defibrinierte Blut von einer Bürette aus dem Empfänger unter Luftdruck zuzuleiten, der entweder durch ein Kautschukgebläse zustandekam oder gar mit Hilfe eines besonderen Apparates bis zu $^1/_2$ Atmosphäre gesteigert wurde. Die Temperatur des Blutes suchte man möglichst auf 37 ^{0} C. zu erhalten, indem man die Bürette mit einem doppelten Mantel aus gummierter Seide umgab, in den warmes Wasser gefüllt wurde. Ein Apparat zur direkten Transfusion bestand darin, daß vom Spender- zum Empfängergefäß eine Verbindung mittels eines Schlauches hergestellt wurde, in deren Mitte ein Gummiball eingeschaltet war. Durch Zusammendrücken des Gummiballes wurde das Blut zum Empfänger gepreßt, wobei der Schlauch zwischen Ball und Spender abgeklemmt wurde; beim Entfalten des Balles wurde Blut vom Spender angesaugt. In diesem Falle wurde der Schlauch zwischen Ball und Empfänger abgeklemmt. Auch diese Einrichtung wurde vielfach modifiziert und sowohl zur direkten wie indirekten Transfusion verwendet. In den Kriegen 1866 und 1870 sollten auf dem Tornister mitgeführte Lämmer jederzeit die Transfusion ermöglichen, aber es waren kaum Erfolge zu verzeichnen, denn die Heterotransfusion ist an sich nicht geeignet und auch die Technik war für diese Zwecke noch wenig zuverlässig. Obwohl schon weit vor dieser Zeit die Homoiotransfusion propagiert wurde, blieb man bei beiden Arten; kei keiner konnte man zufrieden sein, denn die Heterotransfusion ist an sich nicht geeignet und die Homoiotransfusion war noch zu wenig ausgebaut.

Wiederum blieb die Transfusion gut 25 Jahre auf einem Stillstand, bis die epochemachende Entdeckung der Blutgruppen durch Landsteiner zu Beginn dieses Jahrhunderts der Bluttransfusion eigentlich erst den Weg ebnete. Die vielen vorausgegangenen Tierversuche hatten reiche Erfahrungen in der Technit gebracht und so konnte man bei der nun ausschließlichen Homoiotransfusion mit diesen Erfahrungen beginnen. Man leitete das Blut aus der Arterie des Spenders in die Vene des Empfängers durch Verbindung mit einem Röhrchen, oder man vereinigte die Arteria radialis des Spenders direkt durch Gefäßnaht mit der Vene des Empfängers. In einem anderen Falle benutzte man das Invaginationsverfahren, wobei die Arteria radialis einige Zentimeter freigelegt, distal durchtrennt, in einem Schlitz der Vena mediana proximalwärts eingeführt und

durch Haltefäden fixiert wurde. Weiterhin kam man auf die Einführung, als Verbindungsstücke Tiergefäße zu benützen. Schließlich wurde nicht mehr die Arterie des Spenders benützt, sondern dessen Vene direkt mit der Empfängervene verbunden oder ein Zwischenstück eingeschaltet, sei es in Form eines Röhrchens oder Schlauches oder Tiergefäßes.

Die bisherigen Erfahrungen führten zu dem Ergebnis, das Blut möglichst schnell zu befördern, die Gerinnung zu hemmen und die überzuführende Menge zu messen. Dies konnte nur durch Bluttransfusionsapparate erreicht werden. So erschienen bis zur Gegenwart eine Reihe von Apparaten, ungefähr 150. Von diesen sollen einige angeführt und kurz beschrieben werden.

„Lindemann verwendet bei der Transfusion 4—5 Spritzen von 20 ccm in der Weise, daß sowohl in die Vene des Spenders, als auch in die des Empfängers zuvor eine trokarartige Nadel eingeführt wird. Der erste Assistent saugt das Blut in die Spritze und der Operateur infundiert es sofort dem Empfänger. Die gebrauchte Spritze spült der zweite Assistent mittels Kochsalzlösung durch."

Fisk stellt mittels eines Röhrensystems eine direkte Verbindung zwischen der Vene des Spenders und der des Empfängers her und leitet die zu transfundierende Menge über eine Waage, um so die Mengen festzustellen.

Curtis und David konstruierten einen Apparat in Form eines Glaszylinders „mit zwei hörnerartigen Fortsätzen, die in die Vene des Spenders bzw. des Empfängers gebunden werden. Das entgegengesetzte Ende führt mittels einer Gummiröhre in eine Recordspritze. Die Innenfläche des Glaszylinders ist mit Paraffinlösung ausgegossen. Mit Hilfe der Spritze wird nach Unterbindung der Kanülenenden ein luftverdünnter Raum hergestellt, wodurch das Blut vom Spender in den Glaszylinder gezogen wird".

Der Apparat von Soresi „besteht aus einer Spritze von 1 ccm Inhalt und zwei Kugelventilen, welche sich infolge der Gravitation automatisch schließen. Der Arm des Empfängers wird etwas höher gelagert. Die untere Kugel des Ventils verschließt die Leitung von der Seite des Spenders, die obere von der Seite des Empfängers in dem geeigneten Zeitpunkt in der Weise, daß beim Ansaugen der Spritze die untere Leitung, also die auf der Seite des Spenders frei wird, während in demselben Moment die andere Kugel den Gang auf der Seite des Empfängers abschließt. Sobald die Spritze gefüllt ist, d. h. die Saugwirkung aufgehört hat, läßt die Kugel auf der Seite des Empfängers den Weg frei; nun schließt das Kugelventil auf der Seite des Spenders usw. Eine Spritze von so

geringem Inhalt ist aus dem Grunde gewählt worden, damit das Blut bloß eine kurze Zeit hindurch außerhalb des Gefäßsystems verweile und nicht gerinne".

Bécart konstruierte „eine große Glasspritze, deren Kolben so gebaut ist, daß er mit einem Vaselin-Paraffingemisch gefüllt werden kann. Die Spritze wird mit Vaseline eingefettet, es werden 1—2 ccm Ol. paraffini in den Zylinder hineingegossen und während der Aspiration und folgenden Injektion des Blutes wird die Innenwand der Glasspritze durch Schraubenbewegung vom Stempel mit dem Vaselin-Paraffingemisch, das durch seitliche Oeffnungen des Kolbens austritt, eingefettet. Der Apparat ist für die Venenpunktion mit oder ohne Freilegung der Gefäße gedacht und eignet sich auch für die Transfusion beim Neugeborenen mittels Punktion des Sinus longitudinalis in der vorderen Fontanelle."

„Unger bedient sich eines Vierwegehahnes mit 4 Ansätzen, zwei davon sind für Spender und Empfänger bestimmt, der dritte für die Spritze zur Ueberleitung und der vierte ist mit einer Spritze mit Kochsalz- oder Citratlösung verbunden. Nr. 3 wird vom Operateur bedient, Nr. 4 vom Assistenten. Zunächst wird bei entsprechender Hahnstellung Blut vom Spender entnommen und dem Empfänger zugeleitet. Während des Hinüberpumpens zum Empfänger wird vom Assistenten der Weg zum Spender durchgespritzt und danach in gleicher Weise zum Empfänger, während der Operateur Blut vom Spender aspiriert. Die Blutspritze wird durch einen Aetherspray gekühlt."

„Janes Apparatur verfügt über zwei in ihrer Funktion sich abwechselnde Spritzen. Die Spritzen sind so miteinander verbunden, daß, während die eine saugt, die andere zwangsläufig pumpt. Ein Vierwegehahn wird so gestellt, daß das Blut zum Empfänger in ununterbrochenem Strom überfließt, der nur kurz beim Rotieren des Hahnes für einen Moment zum Stillstehen kommt."

„Die Konstruktion Jube's besteht aus einer Spritze, die nicht vorn den Spritzenansatz, sondern seitlich in der Mitte je einen röhrenförmigen Fortsatz für Spender und Empfänger trägt. Der Stempel zeigt eine Rille, die je nach Drehung das Blut vom Empfänger ansaugt oder nach dem Spender leitet."

„Der Bluttransfusionsapparat von Graaz besteht aus einem Auffangstrichter aus Glas von 100 ccm Inhalt, aus einer Transfusionsglasspritze von 50 ccm mit eingeschliffenem Glaskolben und Entlüftungsöffnung mit Verschluß, einem Verbindungsteil mit selbsttätigem Kugelventil aus Metall oder Glas, einem Schlauchverbindungsstück mit Kontrollglasröhrchen und Fingerringgriff. Das Ganze wird von einem Stativ auf beweglicher und fixierbarer Platte getragen. Die Spritze wird mit Vaseline eingefettet und das System

mit 30 ccm physiologischer Kochsalzlösung gefüllt. Das Empfängerblut wird im Trichter durch Venenpunktion aufgefangen, in die Spritze angesaugt und bei selbsttätigem Kugelventilverschluß zum Trichter durch den Verbindungsschlauch und das Kontrollglasröhrchen in die Empfängervene gepreßt."

Weiterhin sollen einige Methoden der indirekten Bluttransfusion angeführt werden.

Merke beschreibt folgendes Verfahren: „Durch Venenpunktion (mit einer Punktionsnadel) wird vom Spender die erforderliche Menge Blut (bis 1 l) entnommen; dasselbe fließt direkt aus der Punktionsnadel in eine graduierte, paraffinierte, doppelwandige, evakuierte Flasche (Thermosflasche); mit Hilfe eines Gebläses wird das Blut durch ein paraffiniertes Steigrohr, einen kurzen, dünnen Gummischlauch und eine Nadel in die Empfängervene getrieben. In die Flasche können, um mit absoluter Sicherheit eine Gerinnung auszuschließen, noch einige Kubikcentimeter einer 10%igen Citratlösung gegeben werden; statt der gewöhnlichen geraden Punktionsnadel benützen wir eine mit Citratlösung gefüllte 10 ccm-Spritze mit Seitenweg, der durch den Gummischlauch mit dem Steigrohr verbunden wird. Die Spritze erleichtert die Punktion und ermöglicht die Aspiration von etwas Blut aus der Empfängervene zur Kontrolle des richtigen Sitzes der Nadel und ferner die wiederholte Injektion kleinster Mengen Citratlösung zur Verhinderung der Gerinnselbildung in der Nadel. Der Verfasser sieht einen Vorteil des Verfahrens darin, daß das Blut in dem doppelwandigen Gefäß sich nicht abkühlt, so daß die Transfusion auch mehrere Stunden nach der Blutentnahme ausgeführt werden kann. Das Blut kann unter diesen Bedingungen sogar transportiert werden, so daß man die Transfusion auch an einem anderen Orte vornehmen kann. Mittels des Gebläses kann das Tempo der Infusion reguliert werden."

Hoffmann-Habein und von Brines stellten in einem Glasgefäß mit einer Luftpumpe einen luftverdünnten Raum her, vermischten das in der Flasche befindliche bzw. das in die Flasche fließende Blut mit der entsprechenden Menge Natriumcitrat-Lösung und injizierten es dann unter Druck dem Empfänger.

„Das Verfahren von Kimpton-Brown-Percy bedient sich eines graduierten Glastubus mit einem Voluminhalt von 700 bis 900 ccm. Der Glaszylinder besitzt oben und unten verjüngte und abgebogene Enden. Der untere Teil dient zur Einführung in die Vene, der obere ist in Verbindung mit einer Saug- und Druckvorrichtung, die quasi den Spritzenstempel ersetzt, und mit einem Zweiwegehahn versehen ist. Vor der Benutzung ist die Innenwand des Glaszylinders nach der Sterilisation (am besten im Trockensterilisator) mit einer dünnen Paraffinschicht zu überziehen. Das

Glas muß vollkommen trocken sein und wird, um Wasserreste zu entfernen, mit Alkohol und Aether gespült. Das Paraffin mit einem Schmelzpunkt von 50—60 ° wird in einem Tiegel oder Tonschälchen über offener Flamme erhitzt, bis Dampf und Blasen aufsteigen, dann in den vorher über einer Gasflamme erwärmten Glastubus aufgesaugt oder eingegossen und durch gleichmäßiges Drehen darin überall verteilt. Das überflüssige Paraffin, läßt man abfließen, die Paraffinschicht unter ständiger Rotation im Tubus erstarren, der danach wie ein trübes Milchglas aussieht. Die verjüngten Enden dürfen danach natürlich nicht verstopft sein. Der in dieser Weise vorbereitete Apparat kann in sterile Tücher verpackt und eine Zeitlang so für den Gebrauch bereit gehalten werden. Soll die Transfusion beginnen, so werden 15 ccm Paraffinum liquidum (steril, kalt) in den unteren Glasfortsatz aufgesaugt, dieser durch Fingerdruck vorübergehend geschlossen und in die vorher beim Spender in örtlicher Betäubung freigelegte, distal mit einer Gefäßklammer versehene, zentral abgebundene Vene distalwärts eingeführt. Beim Einschieben in die Vene läßt man etwas Paraffin abfließen. Der Glaszylinder füllt sich evtl. durch Ansaugen mit dem Gummiball unterstützt, mit dem Blut des gestauten Spenderarmes. Das erfolgt in der Regel innerhalb 4 Minuten. Die Oberfläche des Blutes wird durch den aufsteigenden Paraffinspiegel vor der Berührung mit Luft geschützt. Ist der Apparat je nach Wunsch mit Blut gefüllt, so wird die Staubinde entfernt, die Saugvorrichtung durch Umstellen des Hahnes abgestellt, das Glasende aus der Spendervene herausgenommen, die Glasöffnung digital verschlossen und sofort in die vorher frei präparierte, peripher abgebundene oder abgeklemmte Empfängervene eingeführt, in die nun das Blut aus dem Tubus, unterstützt durch mäßigen Luftdruck durch das Gummigebläse auf die Blutsäule, einfließt. Die Einverleibung von 7—800 ccm Blut beansprucht gleichfalls 4—5 Minuten. Länger als 15 Minuten soll die Ueberleitung vom Beginn des Aufsaugens bis zur Beendigung der Uebertragung auf den Empfänger nicht dauern, weil nach diesem Termin Gerinnung im Glaszylinder zu befürchten ist."

Nach dieser ausführlichen Beschreibung des Apparates von Kimpton-Brown-Percy sollen noch einige Apparate der indirekten sowie der direkten Blutübertragung beschrieben werden, die in der Hauptsache derzeit am meisten gebraucht werden.

„Zu ganz neuen, bemerkenswerten Gesichtspunkten kamen Neubauer und Lampert bei ihren Studien über die thrombogene Wirkung fester Körper. Sie fanden gesetzmäßige Zusammenhänge zwischen Benetzbarkeit und Blutgerinnung. Stark benetzbare Körper beschleunigen die Blutgerinnung, wenig benetzbare verzögern sie. Auf der Suche nach Substanzen mit gerinnungsver-

zögernden Eigenschaften fanden die Autoren das Athrombit, ein Kunstharz, und zwar ein Kondensationsprodukt von Phenol und Formaldehyd, das sich ähnlich wie Bernstein verhält, die Blutgerinnung stark hemmt und in dieser Eigenschaft bei Hochglanzpolitur nur wenig hinter Paraffin zurücksteht. Die Kunstharze sind säure-, aber nicht alkalifest; sie quellen beim Kochen etwas. Während das Blut in den Glasgefäßen in 5—10 Minuten gerinnt, geschieht dies in Athrombitgefäßen, die außerdem schlechte Wärmeleiter sind, erst in 25—30 Minuten. Die Autoren haben einen Bluttransfusionsapparat aus Athrombit geschaffen. Das Blut wird vom Spender mit einer Ainit-Hohlnadel (V 2a-Stahl) in einem Athrombitbecher entnommen, aus diesem in eine Bürette aus Athrombit umgegossen, die unten mit Hohlnadel und Metall- oder Schlauchkonus armiert ist. Aus der Bürette wird dann das Blut unter leichtem Druck durch Gummigebläse in die punktierte Empfängervene übergeleitet. In einer Minute sollen nicht mehr als 100 ccm überfließen, der ganze Eingriff soll nicht länger als 15 Minuten dauern.

Lambert hat den Kimpton-Brown-Percy-Apparat durch Herstellung des Gefäßes aus Athrombit wesentlich verbessert.

Bürkle de la Camp hat den Lampert'schen Apparat noch weiter dadurch modifiziert, daß er die Athrombitröhre, die gleichfalls Verschlußdeckel mit Zweiwegehahn für Ansaugen bei der Entnahme und Gebläsedruck bei der Ueberleitung trägt, mit einem seitlichen unteren Schraubenansatz aus Bernstein versah und den Inhalt auf 600 ccm erweiterte."

„Der Beck'sche Apparat bedient sich den Prinzips der ventillosen Schlauchpumpe, wobei der Gummischlauch durch eine Rolle dauernd nach einer Richtung ausgepreßt wird. Durch die hinter der Rolle sich entfaltende Schlauchwand wird eine Saugwirkung ausgeübt." Wenn es notwendig erscheint, kann sowohl auf die Seite des Spenders wie auf die Seite des Empfängers hin Kochsalzlösung geleitet werden.

Der Oehlecker'sche Apparat bedient sich eines Zweiwegehahnes, mit dessen Hilfe das Blut von Vene zu Vene hinübergepumpt wird. Oehlecker beschreibt seine weitverbreitete Methode folgendermaßen:

„Die Verbindung von der Vena cubitalis des Spenders zur Vene des Empfängers wird durch ein bogenförmiges Metallrohr hergestellt, das in der Mitte einen Zweiwegehahn und einen Ansatz für Glasspritzen aufweist. Die beiden Enden des U-Rohres sind durch kurze feste Gummischläuche mit je einer bajonettförmigen Glaskanüle verbunden, die dicht an die Metallrohre anschließen und fest eingebunden sind. Der Zweiwegehahn aus Nickel bzw. ver-

nickeltem Neusilber muß sich bequem drehen lassen, einen völligen Abschluß sichern und so leicht eine Verbindung nach der einen oder anderen Seite ermöglichen lassen. Ein Tropfen Paraffinum liquidum begünstigt Drehung und Luftabschluß. Bei der Näherung von Spender und Empfänger soll Ellenbeuge neben Ellenbeuge leicht nebeneinander liegen. Die Position des Operateurs ist so, daß die linke Hand des Chirurgen gegenüber der Hand des Spenders liegt. Das U-Rohr mit dem Zweiwegehahn wird mit Kochsalzlösung durch die aufgesetzte Glasspritze gefüllt, der Hahn wird in die Mittelstellung gebracht. Bei Empfänger und Spender werden unter den freigelegten Venen je zwei Catgutfäden durchgeführt, die Vene des Spenders zentral, die des Empfängers peripher unterbunden. Der zweite Faden dient zum Anziehen der Vene beim Einführen der Glaskanüle in die quer eingeschnittene Vene und zur Abbindung der Vene nach Beendigung der Transfusion. Die mit einem Knopf versehenen Glaskanülen werden mit je einem Seidenfaden in den Venen fixiert. Die Einführung der Kanülen in den Venen kann durch ein Schielhäkchen oder eine Venenhohlsonde erleichtert werden. Dann wird die mit 10 ccm 0,9%iger Kochsalzlösung gefüllte Glasspritze aufgesetzt und der Zweiwegehahn, der bis jetzt in Mittelstellung stand, zum Spender gestellt. Liegt die Stauung gut und sind die Wege frei, so wird der Stempel der Glasspritze von selbst durch das hineinschießende Venenblut in die Höhe getrieben. Durch leichten Zug am Stempel und durch rhythmischen Faustschluß des Spenders kann man im weiteren Verlauf die Blutentnahme erleichtern. Zunächst werden nur 10 ccm Blut vom Spender durch Umstellung des Hahns nach dem Empfänger übergeleitet (biologische Probe). Treten dann innerhalb von einigen Minuten keine Erscheinungen ein, so können unter Auswechseln der Glasspritzen, die zweckmäßig mit 5—10 ccm Kochsalzlösung zugereicht werden, Zug um Zug je 50 ccm Blut übertragen werden. Jeder Glasstempel ist nur für die zugehörige, durch Zahl kenntlich gemachte Glaszylinder-Spritze zu verwenden und muß ebenso wie der Glaskonus in den weiblichen Metallkonus unter leicht drehender Bewegung eingesetzt werden. Zwischen der Ueberleitung von je 50—100 ccm Blut wird das System mit Kochsalzlösung durchgespritzt, besonders der Blutweg vom Spender muß freigehalten werden. Das Eindringen von Luftblasen ist zu verhüten. Das gelingt durch einfache Handgriffe, die der Fixation des Stempels beim Zureichen und Abnehmen dieser Spritzen dienen. Je nach Indication können bis zu 1000 ccm Blut auf diese Weise (gleich 20 Spritzen) hinübergepumpt werden. Der Spender bekommt dann in horizontaler Lage je nach Bedarf die verlorene Blutmenge in Kochsalzlösung eingespritzt. Dann werden die Glaskanülen ent-

fernt, die Venen durch zwei Catgutfäden ligiert, das zwischen den Ligaturen liegende Venenstück wird exzidiert und die Wunde erst beim Spender, dann beim Empfänger vernäht.

Es kommt bei einiger Uebung so gut wie niemals zu Störungen durch Blutgerinnung. Sollte das ausnahmsweise einmal der Fall sein, so müssen die Glaskanülen ausgewechselt und das System vor erneuter Einführung der Glaskanülen in die Venen gut durchgespritzt werden. Die Freilegung der Venen und die Einbindung der Glaskanülen in die Venen ist nicht immer zu umgehen. Statt der Glasröhrchen wird in vielen Fällen auch die perkutane Punktion der Venen durch Hohlnadeln zum Ziele führen.

Peinliche Asepsis ist im einen wie im anderen Falle geboten. Der Chirurg, der es vielfach mit stark ausgeblutenen oder desolaten Kranken mit kollabierten Venen zu tun hat, wird meist die Freilegung der Venen bevorzugen, der innere Mediziner und der praktische Arzt werden mehr Neigung für die Venenpunktion haben. Die Venenpunktion bedeutet für den Spender eine geringere Schädigung. Walinski hat für das letztere Verfahren den Oehlecker'schen Apparat modifiziert, desgleichen Marr. Der Apparat von Oehlecker hat den großen Vorteil, daß das Blut nur 20—30 Sekunden außerhalb des Körpers in der Glasspritze verweilt, dann sofort ohne wesentliche Abkühlung, mechanische Schädigung oder chemische Einflüsse in den Empfängerkreislauf gelangt, ehe eine Gerinnung möglich ist. Oehlecker betont als besonderen Vorzug die völlige Trennung der Blutgefäße von Spender und Empfänger, so daß nie Blut vom Empfänger zum Spender zurückfließen kann, ferner besteht die Möglichkeit zur beliebigen Unterbrechung und Fortsetzung des Verfahrens. Durch Beobachtung der Glaskanülen wird kontrolliert, ob eine Gerinnung eingetreten ist. Die einfache Bedienung des Apparates hat der Methode Oehleckers sehr viele Anhänger gewonnen."

Beschreibung einer neuen Methode der direkten Transfusion.

In dem vorausgegangenen Teile wurde die Entwicklung der Technik der Bluttransfusion geschildert, eine Reihe von Apparaturen aufgezählt und kurz beschrieben. Bisher sind etwa 150 verschiedene Apparate in Vorschlag gebracht worden.

An einen brauchbaren Apparat werden folgende Forderungen gestellt:

1. Eine möglichst geringe Schädigung von Spender und Empfänger.
2. Uebertragung möglichst unveränderten Blutes.
3. Der Apparat muß einfach sein.

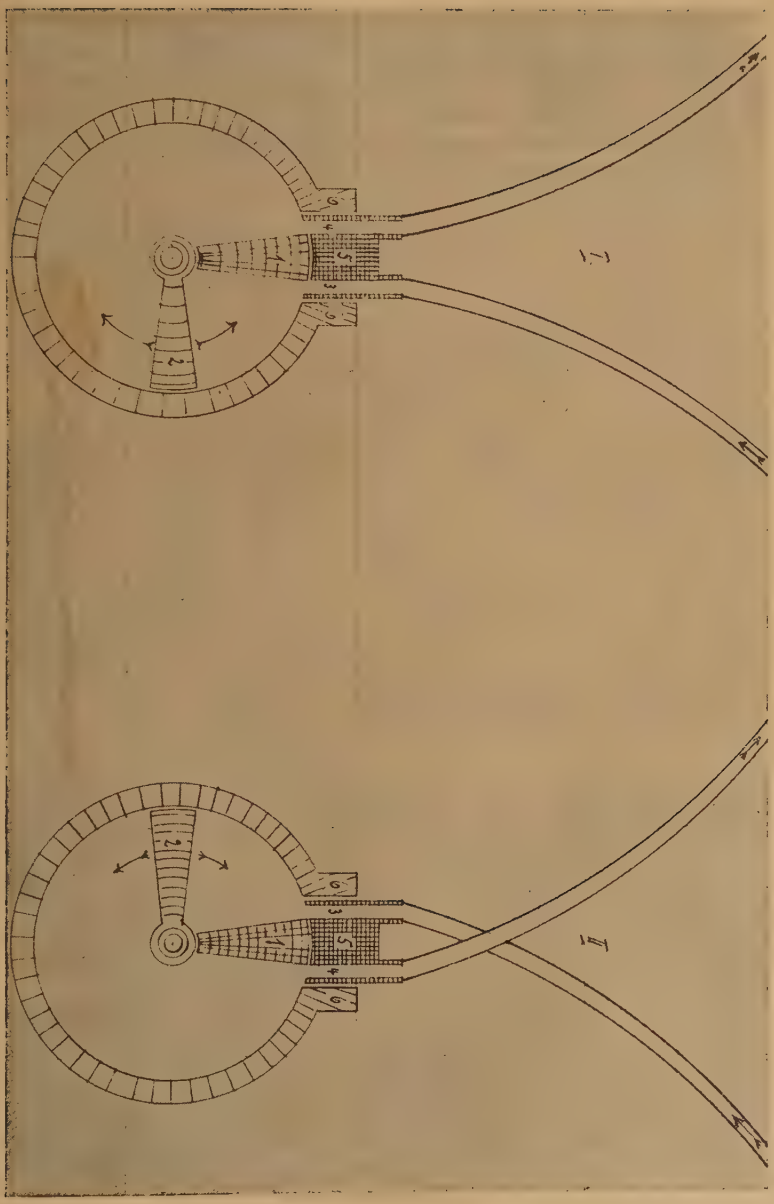
4. Die Transfusion muß auch im Krankenzimmer möglich sein.
5. Der Operateur muß imstande sein, die Transfusion zu unterbrechen, ohne daß Spenderblut verloren geht.
6. Die Menge des Blutes muß meßbar sein.
7. Eine Infektion vom Empfänger zum Spender muß ausgeschlossen sein.
8. Luftembolie und Gerinnselbildung muß zu vermeiden sein.
9. Das Blut soll keine Abkühlung erfahren.
10. Der Apparat muß peinlichst gereinigt und vollständig sterilisiert werden können.

Der Verfasser hat eine neue Methode ausgearbeitet, die die zehn aufgeführten Punkte erfüllen soll. Außerdem bringt der Apparat das Blut vom Spender zum Empfänger in einem kontinuierlichen Strome, der kaum unterbrochen wird und das Blut kaum eine Temperaturschwankung erleidet. Es ist verschiedentlich in der Literatur ersichtlich, daß gerade Abkühlung des Blutes sehr zum Nachteile des Empfängers gereicht und unerwünschte Reaktionen erzeugt. Wenn Blut mit Luft in Berührung kommt, wie es auch bei einigen Apparaturen der Fall ist, so sollen dadurch auch Nachteile entstehen, ebenso ist es beim Citratblut. Kurzum, je unveränderter das Blut vom Spender zum Empfänger gelangt, umsomehr wird eine Transfusion nützen.

Dieser Apparat soll nun im folgenden beschrieben werden.

Siehe Skizze I. Als Beispiel diene eine Petrischale, von der der Deckel abgehoben ist. In diesem unteren Teile ist eine Scheidewand, mit 1 bezeichnet, angebracht, die nahe am Mittelpunkt der Schale beginnt und bis an den Rand reicht. Die Höhe der Scheidewand ist gleich der Höhe der Schale. Diese Scheidewand ist mit dem Boden der Schale und mit dem Rand fest verbunden, oder besser gesagt, verlötet. Dazu kommt eine weitere Scheidewand, in der Zeichnung mit 2 bezeichnet. Diese beginnt direkt in der Mitte der Schale, reicht bis an die Peripherie, ist so hoch wie die Scheidewand Nr. 1, also sie gleicht sich der Höhe der Petrischale an. Diese Wand, besser als Flügel bezeichnet, ist weder mit dem Boden noch mit dem Rande der Schale fest verbunden, sondern sie schließt nur knapp ab und ist um 360 Grad drehbar, und zwar nach rechts wie nach links. Schließt man nun die Schale mit ihrem dazugehörigen Deckel, der in der Mitte ein Loch aufweist, so ragt aus diesem Loch der Drehstift des Flügels heraus und der Flügel kann nun von außen bewegt werden.

Dies sei nun der Behälter, in den das Blut hineingesaugt und hinausgedrückt werden soll. Diese Arbeit obliegt dem beschriebenen


I–I
II–II

Flügel. Damit nun die Flüssigkeit auch hinein- und hinausgelangen kann, sind zu beiden Seiten der festsitzenden Scheidewand, in der Wand der Petrischale, möglichst nahe dem Boden derselben, zwei Oeffnungen angebracht, in die die Flüssigkeit ein- und austreten kann. Die Oeffnungen sind in der Skizze mit 3 und 4 bezeichnet. Wären nun an den Oeffnungen zwei Ansatzhüllen, an die Schläuche angebracht werden können und würden diese Schläuche in zwei verschiedene Gefäße tauchen, z. B. in dem einen sei eine rote Flüssigkeit, in dem anderen befände sich nichts, so könnte die Petrischale bei einer Drehung des Flügels um 360 Grad nach rechts wohl mit der roten Flüssigkeit gefüllt werden, beim Zurückdrehen um 360 Grad jedoch würde die rote Flüssigkeit wieder in ihr ursprüngliches Gefäß gelangen. Um aber die Flüssigkeit von dem einen Gefäß in das andere zu pumpen, müßten nach jeder Drehung des Flügels die Schläuche von ihren Ansatzhüllen herabgenommen und miteinander vertauscht werden. Da dies aber für eine Bluttransfusion in keiner Weise geeignet erscheint, ist für die Beförderung der Flüssigkeit ein weiterer Weg zu suchen. Man kann nun an den Dreiwegehahn denken, der hier angebracht sein müßte. Mit Hilfe des Dreiwegehahns wird aber nicht der kontinuierliche Strom von einem Gefäß zum andern erreicht, sondern es liegt jeweils ein Teil still, nämlich wenn das Gefäß gefüllt ist, liegt der zuführende Schlauch still, und wenn das Gefäß gefüllt wird, liegt der wegführende Schlauch still, und dieses Stillstehen begünstigt mehr oder minder die Gerinnung bei der Bluttransfusion. Obig wurde angekündigt, daß der neue Apparat die Flüssigkeit in einem kontinuierlichen Strome befördert. Dies soll nun weiter beschrieben werden. Es wurde bereits angedeutet, daß nach Füllung der Petrischale die beiden angebrachten Schläuche vertauscht werden müssen, um die Flüssigkeit von einem Gefäße zum anderen zu befördern. Ist nun ein Zylinder oder ein Konus an den beiden Oeffnungen der Schale so angebracht, daß dieser in einer Führung läuft und gut abschließt, so geschieht das Vertauschen der beiden Schläuche durch Drehung des Zylinders bzw. Konus um 180°, was nur einen Moment in Anspruch nimmt. Der Zylinder ist mit 5 bezeichnet, die Führung mit 6. Die beiden Schläuche laufen das eine Mal parallel, das andere Mal überkreuzen sie sich (Skizze II). Damit ist nun die Möglichkeit gegeben, Flüssigkeit von einem Gefäß ins andere zu befördern in einem kontinuierlichen Strome, der nur für den kurzen Augenblick der Zylinderdrehung unterbrochen ist, eine Zeitspanne, die praktisch als Unterbrechung überhaupt nicht angesehen werden braucht.

Dies ist kurz das Prinzip des Apparates. Es erfüllt die Aufgaben einer Saug- und Druckpumpe, die Beförderung einer Flüssig-

keit im gleichmäßigen Strome. Die Schnelligkeit der Flüssigkeitsbeförderung hängt ab von der Schnelligkeit der Flügelbewegung. Es ist eine Erfahrungstatsache, daß die vollkommenste Methode der Transfusion die direkte Ueberführung des chemisch und physikalisch unveränderten Vollblutes darstellt, denn dabei werden die Formelemente des Blutes möglichst geschont. Diese Forderung der Transfusion wird mit dem eben beschriebenen System erfüllt. Außerdem sind auch keine Ventile und Klappen notwendig, die wiederum störend sowohl in der Ausführung der Transfusion selbst wie auf die Beschaffenheit des Blutes einwirken können, wie durch Wirbel, Gerinnselbildung und dergleichen.

Da nun die physikalischen Bedingungen dieser ventillosen Saug- und Druckpumpe erfüllt sind, erhebt sich die Frage, aus welchem Material der Apparat hergestellt werden und welche Form er erhalten soll. Das nächstliegende ist Metall und die Form ähnlich der einer Petrischale. Eine Schale in Gestalt einer Petrischale aus Metall ist herzustellen, darein kann sowohl die festsitzende Scheidewand eingebaut werden, als auch der knapp abschließende, drehbare Flügel. Ob die Scheidewand und der Flügel eine geringe Sektorgestalt erhalten oder nicht, ist Sache der Fabrikation. Wird der Deckel wiederum aus Metall gemacht, so kann er auf die Schale geschraubt werden, denn ein bloßes Darüberstürzen, wie bei der Petrischale, genügt nicht, da sonst Luft eindringen könnte. Um den Stift, der durch die Mitte des Deckels hindurchragt, wird ein Gummiring gelegt, der mittels einer Schraube angepreßt wird und so auch hier die Luftdichtheit garantiert. Der um 180° drehbare Zylinder oder besser Konus und seine Fassung werden ebenfalls aus Metall gemacht, denn dann kann der Konus genau eingeschliffen werden und garantiert auch hier Luftdichtheit. Damit wäre der Apparat so ziemlich beschrieben, aber der Deckel bedarf noch einer genauen Erörterung, denn wenn der Deckel vollständig aus Metall ist, kann man nicht in den geschlossenen Apparat hineinsehen, was von einem exakt arbeitenden Apparat gefordert werden muß. Es muß daher an den Metalldeckel ein mehr oder minder breiter Ring ausgespart und durch Glas oder anderes durchsichtiges Material ersetzt werden, damit eine genaue Kontrollierung im Innern des Apparates möglich ist. Hier sind die verschiedensten Variationen möglich. So kann z. B. der Deckel ganz aus Glas oder dem durchsichtigen Material bestehen, in das Gefäß hineingelassen und mit einer Art Flaschenverschluß angedrückt werden und dergleichen. Dies ist wiederum Sache der Fabrikation.

Ist der Apparat so weit fertiggestellt, wie er hier beschrieben wurde, so kann damit die Bluttransfusion ausgeführt werden, denn er erfüllt die Bedingungen einer Saug- und Druckpumpe, die die

Flüssigkeit in einem kontinuierlichen Strome auf schnellstem, kürzestem und einfachstem Wege befördert. Aber noch eines ist notwendig, um alle Zweifel der Beeinträchtigung des Beförderungsmaterials zu beheben. Es gibt Stoffe, die die Blutgerinnung beschleunigen, und solche, die sie lange aufhalten. Glas, Metall und Gummi, mit Gummi seien hier die Zu- und Abfuhrschläuche gemeint, gehören zu den Stoffen, die nicht gerade hemmend auf die Blutgerinnung wirken; Paraffin und Vaseline gehören bisher zu den gerinnungshemmendsten Stoffen. Obwohl auf schnellstem Wege und in kontinuierlichem Strome hier das Blut befördert wird und daher wohl kaum eine Gerinnung möglich ist, sollen etwaige, trotzdem bestehende Zweifel vollständig ausgeschaltet werden. Wenn man nämlich beim Zusammenstellen des Apparates sowohl an die Innenwand desselben, sowie an die Scheidewand, den Flügel und den Deckel eine Spur von Vaseline bringt, eine Arbeit, die nur geringe Zeit in Anspruch nimmt, und wenn der Apparat zusammengestellt ist, mar einige Hin- und Herbewegungen macht, dann ist der Apparat innen mit einer hauchdünnen Schicht Vaseline bedeckt und das Blut kommt nicht mit dem Metall bzw. dem Glas in Berührung, sondern mit der gerinnungshemmenden und das Blut am wenigsten beeinträchtigenden Vaseline. Außerdem erhält der Apparat eine geschmeidige Führung. Etwaige Bedenken, daß die Vaseline flüssig wird und Fettembolie erzeugt, sind nicht stichhaltig, denn erstens befindet sich im Apparat nur eine hauchdünne Schicht Vaseline und zweitens — das ist das Ausschlaggebende — schmilzt Vaseline erst über 45 ° C., während das Blut um 37 und 38 ° C. schwankt, also eine Verflüssigung der Vaseline nicht herbeiführt. Die beiden Bohrungen im Konus können mit einem vaselinebenetzten Wattebausch durchgezogen werden. Gummi fördert die Blutgerinnung, wie bereits angedeutet wurde, Paraffin hemmt sie. Um nun auch die Zu- und Abfuhrschläuche möglichst gerinnungshemmend zu gestalten, werden diese mit einer hauchdünnen Paraffinschicht überzogen. Dies geschieht in der Weise, daß man ein Gemisch aus 80 Teilen Aether und 20 Teilen Paraffin bereitet, die Schläuche hineinlegt, in Abständen heraushebt und den Aether verdunsten läßt. Dabei überzieht sich der Gummi mit einer dünnen, festen Paraffinschicht. Den Abschluß der Schläuche bilden zwei Hohlnadeln, die in die Venen eingestochen werden. Hier verwende man unbenetzbare Stahlnadeln, die ja schon im Handel sind.

Nach dieser Beschreibung besteht also der Apparat aus Metall und Glas (und 2 Gummischläuchen). Man könnte den Apparat auch aus Preßbernstein, Kunstharzen und ähnlichen Kunststoffen herstellen. Diese Stoffe aber eignen sich für diesen Apparat weniger, denn beim Sterilisieren mit Hitze können sich diese Stoffe ver-

formen und das exakte Aneinanderpassen der einzelnen Teile beeinträchtigen. Was den Gerinnungskoeffizienten des Bernsteins und der Kunstharze betrifft, so liegt dieser immer noch höher als bei Vaseline und Paraffin. Es ist also Vaseline und Paraffin das beste Mittel. Nach der Zusammenstellung des hier beschriebenen Apparates kommt das Blut nur mit Paraffin und Vaseline in Berührung, es ist also die möglichste Grenze der Gerinnungshemmung gegeben. Außerdem sei nochmals angeführt, daß sich das Blut bei der Transfusion nicht in Ruhe befindet, sondern in einem andauernden und kurzen Strome befördert wird.

Dieser Beschreibung des neuen Apparates soll nun eine kritische Betrachtung folgen, inwieweit er die Forderungen erfüllt, die an einen brauchbaren Bluttransfusionsapparat gestellt werden.

Bei der Bluttransfusion soll sowohl der Spender wie der Empfänger eine möglichst geringe Schädigung erfahren.

Es gibt Methoden, wo man die Venen freilegt, um die Kanülen einzubinden. Dadurch erhalten die Kanülen einen festen Sitz und gleiten bei etwaigen vorkommenden Zerrungen an den Kanülen bzw. Schläuchen nicht heraus. Ein Herausgleiten kann Luftembolie, Gerinnungsembolien und dergleichen verursachen, außerdem sehr zeitraubend für die Wiederherstellung sein, was bei einer Transfusion an sich vermieden werden soll. Immerhin ist die Venenfreilegung eine Methode, der sich sowohl Spender wie auch Empfänger ungern unterziehen, denn sie ist ein größerer Eingriff und bedeutet eine Schädigung der Gefäße. Es gibt natürlich Fälle, wo man ohne Freilegung an die Venen gar nicht herankommt. Da ist wohl oder übel eine Freilegung notwendig. Eine weitere Methode ist die Venenpunktion. Dies ist unzweifelhaft ein einfacherer Eingriff als der vorhergehende und ist auch angebracht, sobald die Beschaffenheit der Gefäße sie erlaubt. Es ist hier jedoch die Gefahr gegeben, daß sich die Punktionsnadel leicht herauszieht und die schon beschriebenen Nachteile zur Folge hat.

Der neue Apparat stellt eine Saug- und Druckpumpe dar. Bei jeder Bewegung des Flügels wird zu gleicher Zeit die Flüssigkeit angesaugt und hinausgedrückt. Die Flüssigkeit wird in den Apparat gebracht ganz unabhängig davon, ob die Flüssigkeit, die zugeführt werden soll, in einem Ueber- oder Unterdruck sich befindet. Es ist daher nicht notwendig, Kanülen mit großem Lumen zu benützen, sondern Punktionsnadeln erfüllen den Zweck. Damit diese nicht herausgleiten, können sie, sobald sie gut sitzen, mit einem Heftpflasterstreifen fixiert werden, was sehr einfach auszuführen ist. Damit soll keineswegs gesagt sein, daß nur Punktionsnadeln benützt werden dürfen, es können genau so Glaskanülen

eingebunden werden, sowohl beim Spender wie beim Empfänger. Für den Apparat eignen sich also sowohl Punktionsnadeln wie Kanülen und beides wiederum sowohl für den Spender wie für den Empfänger. So wie die Verhältnisse des Blutgefäße es gestatten, kann mit diesem Apparat die Transfusion ausgeführt werden.

Der Apparat muß einfach sein.

Die Einfachheit muß sowohl auf die Zusammenstellung wie auf die Technik der Transfusion sich erstrecken. Der in seine Teile zerlegte Apparat besteht aus dem Grundgehäuse, dem Flügel, dem Deckel und dem anzusetzenden Konus. Nachdem in das Gehäuse der Flügel hineingestellt ist, wird sowohl an der Innenseite des Gehäuses wie am Flügel und an der Unterseite des Deckels mit dem sterilen Finger je ein wenig Vaseline hingebracht und darauf der Apparat fest zusammengefügt. Dann wird der Konus ebenfalls leicht eingefettet, zur besseren Führung und Abschließung, ebenso werden die beiden durch den Konus führenden Bohrungen mit einem mit Vaseline benetzten Wattebausch durchgezogen. Dann wird der Flügel einige Male hin- und herbewegt, damit der Innenraum des Apparates ganz mit Vaseline überzogen wird. Darauf werden die Schläuche angesteckt, die mit einer Paraffinschicht überzogen sind, wie schon einmal erwähnt wurde. Es ist durchaus möglich, daß dieses Zusammenstellen den Eindruck macht, als sei es sehr umständlich und zeitraubend, das ist aber nicht der Fall, sondern bei einer einmaligen Uebung schon gewinnt man die Fertigkeit. Andere Apparate müssen auch zusammengesetzt werden und bedürfen auch einer Einübung und Kenntnis der einzelnen Teile. Ist nun der Apparat zusammengestellt und überall gleichmäßig eingefettet, so beginnt die Füllung mit der physiologischen Transfusionslösung. Es ist natürlich Voraussetzung für jede Transfusion, sei es mit diesem oder mit einem anderen Apparat, daß nur frische und einwandfreie Lösung benutzt werden darf. Die Füllung des Apparates mit der Lösung geschieht folgendermaßen: In ein mit der Lösung gefülltes Gefäß werden die beiden Schlauchenden gebracht, sei es, ob diese bereits mit der Punktionsnadel versehen sind oder nicht und nun wird der Flügel des Apparates hin- und herbewegt, soweit, bis er jeweils anstößt. Auf diese Weise wird der Apparat ganz mit der Lösung gefüllt und die Luft entfernt.

Da nun einmal Luft leichter ist als Wasser, werden sich dauernd einige Luftblasen mit hin- und herbewegen und diese wird man auch nicht herausbekommen, wenn man nicht während dieses Füllens den Apparat so hält, daß die Luftblasen jeweils an die Ausgangsöffnungen des Apparates zu stehen kommen. Dies muß bei jeder Injektionsspritze beachtet werden und ist auch hier ebenso zu tun. Sollten etwa trotzdem Einwände laut werden, daß diese

Füllungsart sehr umständlich sei, oder sollte der Einwand kommen, daß, wenn die Transfusion einmal begonnen hat, sich irgendwie Luftblasen zeigen und somit die Transfusion vereiteln könnten, so ist auch hierin Abhilfe zu schaffen. Wenn der Apparat richtig zusammengesetzt ist, wenn er richtig mit der physiologischen Transfusionslösung gefüllt ist, wenn die Kanülen bzw. Hohlnadeln richtig sitzen, dringt keine Luft ein. Ist aber die Transfusion schon begonnen und zeigt sich dennoch eine Luftblase, so kann diese mit Hilfe eines Luftfängers beseitigt werden. Dieses geschieht darin, daß an der Stelle, an der dem Gesetze der Schwere nach die Luftblase auftreten muß, eine Oeffnung angebracht wird, in der eine Schraube sitzt, die zur Hälfte innen hohl ist und in ihrer halben Höhe seitlich ein Loch hat. Wird die Schraube ganz hineingeschraubt, so schließt sie luftdicht ab, wird sie dagegen um einige Drehungen herausgeschraubt, so kommt dieses Luftloch der Schraube zum Vorschein. Wird nun der Flügel des Apparates in Richtung dieses Luftloches gedreht, so quillt hier die Luftblase mit etwas Flüssigkeit heraus. Die Schraube wird wieder zurückgedreht und das Uebel ist beseitigt.

Ist der Apparat so weit gefüllt mit der Lösung, dann werden die beiden Schläuche an die Venen angeschlossen. Die Transfusion geschieht in der Weise, daß der Flügel langsam um 360 ° gedreht wird, dann wird der Konus um 180 ° gedreht, was nur einen Moment in Anspruch nimmt, und der Flügel wird wieder um 360 ° zurückgedreht. Nun kann es wieder von neuem beginnen. Das eine Mal stehen die Schläuche parallel, das andere Mal überkreuzen sie sich. Darin liegt das ganze Prinzip des Apparates.

Es wird gefordert die Uebertragung möglichst unveränderten Blutes.

Die Transfusion ist die Transplantation eines flüssigen Gewebes. Die Lebensdauer der roten Blutkörperchen wird von einigen Tagen bis einige Wochen geschätzt. Je weniger das Blut bei der Transfusion verändert wird, umso reaktionsloser verläuft die Transfusion und umso länger bleiben die roten Blutkörperchen erhalten. Für das Ueberleben der transfundierten roten Blutkörperchen ist die Behandlung des Transplantates ausschlaggebend. Eine zweckmäßige technische Einrichtung der Transfusion ist daher für die Erhaltung des Transplantates von großer Wichtigkeit. Das Blut kann bei der Transfusion chemische Veränderungen erfahren, so z. B., wenn Luft mit dem Blut in Berührung kommt. Es gibt verschiedene Transfusionsverfahren, wo das Blut mit Luft in Berührung kommt, sogar unter einem bestimmten Luftdruck befördert wird. Einige dieser Methoden wurden bereits angeführt und es ist bekannt, daß das Berühren des Blutes mit Luft die Transfusion nicht

beeinträchtigte. Wenn man den Blutkreislauf selbst betrachtet, so ist nichts bekannt, daß das Blut direkt mit Luft in Berührung kommt. Es ist daher die Annahme berechtigt, daß es physiologischer ist, wenn das Blut bei der Transfusion nicht mit Luft in Berührung kommt, sondern in einem geschlossenen System übergeleitet wird, sowie in einem geschlossenen Gefäßsystem das Blut im Blutkreislauf seinen Weg hat. Weiterhin ist von Bedeutung, woraus das Material besteht, in dem bei der Transfusion das Blut übergeleitet wird. Auf diesem Gebiet ist schon sehr viel gearbeitet worden. Man hat Zahlen festgesetzt, in welchem Verhältnis die einzelnen Stoffe die Gerinnung des Blutes beschleunigen bzw. verzögern. Gummi z. B. führt die Gerinnung schneller herbei wie Glas, dann folgt Metall bzw. Stahl, Athrombit, Bernstein und schließlich Vaseline und Paraffin. Es ist bekannt, daß verschiedene Autoren gerinnungshemmendes Material bereits für Bluttransfusionsapparate benutzt haben. So werden Schläuche, die bei der Transfusion verwendet werden, mit Paraffin überzogen. Percy überzieht seinen Apparat ebenfalls mit Paraffin, Lampert und Neubauer bzw. Bürkle de la Camp benutzen für ihre Apparate Athrombit bzw. Bernstein. Eine Fläche, die sich zwar mit bloßem Auge glatt ansieht, aber mikroskopisch genommen rauh ist, beschleunigt die Gerinnung. Stark benetzbare Körper beschleunigen die Blutgerinnung, weniger benetzbare verzögern sie. Glatt bzw. wenig benetzbar wird z. B. eine Oberfläche durch Ueberzug mit Vaseline bzw. Paraffin, außerdem sind Paraffin und Vaseline noch besonders gerinnungshemmende Stoffe. Nach diesen Gesichtspunkten wird in dem hier beschriebenen Apparat die gesamte Fläche, mit der das Blut in Berührung kommt, mit Vaseline überzogen, einerseits um die gesamte Oberfläche glatt zu gestalten, andererseits um diese Fläche mit dem besonders gerinnungshemmenden Material zu überziehen. Obwohl in diesem Apparat sowohl die Berührung des Blutes mit Luft ausgeschaltet ist und dazu das Blut nur mit den gerinnungshemmendsten Stoffen in Berührung kommt, kann man doch noch an weitere Faktoren denken, die bereits bekannt sind und angewandt wurden, um die Gerinnungsmöglichkeit noch mehr einzuschränken bzw. überhaupt aufzuheben. Das wäre die Verwendung von Citrat bzw. das Defibrinieren des Blutes. Bezüglich des Citratblutes sei folgender Satz von G. Dogliotti (Florenz) erwähnt: „Durch die Dosen von Natrium citricum, die zur Verhinderung der Blutgerinnung erforderlich sind, treten Veränderungen im Blute ein. Das Elektrolyt-Gleichgewicht im Plasma wird gestört, das Calzium wird gebunden, die Erythrozytenresistenz wird vermindert, wahrscheinlich werden auch immunisatorische Vorgänge gestört. Aus diesem Grunde sollte die Verwendung von Citratblut verlassen

werden.“ Bezüglich des Defibrinierens sei gesagt: „Das defibrinierte Blut ist minderwertig, weil die roten Blutkörperchen wie überhaupt die morphologischen Elemente durch die Vorbereitungen geschädigt werden und das Blut eines nicht unwesentlichen Bestandteiles, des Fibrins, beraubt ist“ (Wildegans). Durch die direkte Ueberführung des Vollblutes dagegen werden die Formelemente möglichst geschont, die Hormone, die Fermente und sonstigen Serumbestandteile, sowie die Antikörper möglichst wenig verändert und geschädigt. Aus diesen nur kurz gestreiften Erfahrungstatsachen wurden bei diesem neuen Apparate diese Blutbeeinflussungsmethoden vollkommen ausgeschaltet.

Wichtig ist bei der Transfusion auch, daß das zu transfundierende Blut möglichst seine Temperatur beibehält, denn Untertemperatur schadet. Es wurde schon angeführt, daß man früher Apparate verwandte mit einem Wärmeschutz. Wenn die Bluttransfusion in einem warmen Raume vorgenommen wird, erfolgt an sich weniger Abkühlung des Blutes, wenn aber der Apparat etwas angewärmt wird, so auf 37° C., der Weg vom Spender zum Empfänger ziemlich kurz ist und noch dazu die Dauer, in der sich das Blut außerhalb des Organismus befindet, eine halbe Minute nicht übersteigt, um es hoch zu veranschlagen, so erfährt das Blut kaum eine Abkühlung, auch wenn der Apparat nicht vorgewärmt ist, sondern nur die Außentemperatur besitzt, die der Transfundeur in seinen Händen aufweist.

Ferner ist von Wichtigkeit die Vermeidung der Gefahr einer Luftembolie, Gerinnselbildung und Gerinnung des Blutes.

Wenn man sich eingehend mit der Literatur der Transfusion befaßt, stößt man ab und zu auf Stellen, in denen es heißt, daß einige Luftblasen unbedenklich transfundiert werden können; an anderen Stellen jedoch heißt es wieder, daß sorgfältig auf das Eindringen von Luft geachtet werden soll und wenn ja Luft in das zu transfundierende Blut eingedrungen ist, soll die Transfusion abgesetzt werden, sobald die Luftblase in die Nähe der Vene des Empfängers gelangt. Das ist oft nicht immer leicht, zumal wenn sich im Anfang einer Transfusion schon Luft bemerkbar macht und dadurch die ganze Transfusion vereitelt wird. Wenn man den Blutkreislauf sich vorstellt, so ist nicht bekannt, daß sich im Blut Luft befindet, darum darf auch durch eine Transfusion keine Luft in den Kreislauf gelangen, denn nützen wird dies niemals, sondern höchstens schaden. Es wurde bereits beschrieben, wie mit diesem neuen Apparat verfahren werden soll, um das Eindringen von Blut zu verhindern. Wenn der Apparat zusammengestellt wird, zu Beginn der Transfusion ganz mit der physiologischen Transfusions-

lösung gefüllt wird und die Hohlnadeln in den Venen gut sitzen, ist ein Eindringen von Luft ausgeschlossen. Außerdem kann, wie schon erwähnt, ein Luftfänger jede mögliche Gefahr ausschließen. Gerinnselbildung ist möglich bei Anwesenheit von Stellen, in denen das Blut zur Wirbelbildung kommt. Dies ist möglich, sobald das Blut an scharfen Ecken vorbei seinen Weg nehmen muß, wenn es an Klappen vorbeifließt und hinter den Klappen einen Wirbelstrom erzeugt, wenn es in ein offenes Gefäß gesaugt wird oder fließt, hier Wirbel bildet, feine Tröpfchen und dergleichen mehr. Wenn aber das Blut in einem langsamen, kontinuierlichen Strome seinen Weg läuft, ohne durch irgend etwas behindert oder aufgewühlt zu werden und noch dazu in einem Material, das als das gerinnungshemmendste bekannt ist, dann ist wohl eine Gerinnselbildung ausgeschlossen.

Blutgerinnung kommt zustande, wenn der Blutstrom zu träge wird, oder zum Stillstand kommt, oder wenn das Blut mit einem Stoff in Berührung kommt, der die Gerinnung zuläßt. Wenn z. B. in einem Apparat ein Hahn mit mehreren Wegen benutzt wird und jeweils ein Weg des Hahnes, der mit Blut gefüllt ist, für eine oder mehrere Minuten ruht, so gerinnt das in diesem Weg sich befindliche Blut. Wird dann dieser Weg des Hahnes wieder benutzt, so ist es unausbleiblich, daß dieser geronnene Blutstropfen mit in die Blutbahn des Empfängers gelangt und dort eine Embolie verursachen kann. Dasselbe ist möglich, wenn bei einer Transfusion jeweils ein Weg bzw. Schlauch sich in Ruhe befindet, sei es der zuführende oder der abführende. Gerade darauf wurde bei der Ausarbeitung des neuen Apparates besonderer Wert gelegt. Wenn man sich die Zeichnung vor Augen hält, so stoßen die Bohrungen des Zylinders bzw. Konus bis an den Raum an, in den das Blut hineingesaugt wird, und das deswegen, damit kein Blutstropfen bei der Transfusion hin- und herpendelt, sondern das in die Kammer eingesaugte Blut restlos bei der nächsten Drehung dem Empfänger zugeführt und somit ein ununterbrochener Strom immer wieder frischen Blutes gerantiert wird. Außerdem kommt das Blut nur mit dem gerinnungshemmenden Stoff in Berührung und ist nur kurze Zeit unterwegs, so daß also die Möglichkeit der Gerinnung in weitgehendstem Maße ausgeschaltet ist. Obwohl das Blut hier bei der Transfusion schnell und dauernd bewegt wird, kann trotzdem der Wunsch wach werden bei einer Transfusion von z. B. 5—800 ccm inzwischen einmal physiologische Transfusionslösung beizugeben. Diesem Wunsche kann man dadurch gerecht werden, indem in den Schlauch, der zum Spender läuft, ein T-förmiges Glasrohr angebracht wird, an dem sich zugleich ein Schlauch befindet, der in die Lösung taucht.

Dann kann zu gleicher Zeit, ohne zu unterbrechen, die Lösung in gewünschter Menge mit zugeführt werden. Vorgesehen ist dies nicht, aber es kann auf Wunsch angebracht werden und beeinträchtigt die Transfusion in keiner Weise.

Man kann auch noch daran denken, daß der Apparat während der Transfusion sich verfängt, so wie bei einer Injektionsspritze bei der Injektion von Blut sich der Kolben festsetzen kann. Dies tritt hier deswegen nicht ein, weil der Apparat einerseits mit Vaseline benetzt ist und andererseits keine Möglichkeit da ist, daß das Blut dick wird bzw. eintrocknet.

Die Transfusion muß im Krankenzimmer ausführbar sein.

Die Transfusion mit diesem Apparat ist in jedem Raume auszuführen, wo für Spender und Empfänger Platz vorhanden ist. Außerdem muß genügend Licht da sein, um den Apparat genau beobachten zu können, und der Raum die gewöhnliche Zimmertemperatur aufweisen, um eine Abkühlung der Apparatur möglichst zu vermeiden. Für die Transfusion ist außer dem Transfundeur noch eine Assistenz nötig, die den Sitz der Nadeln kontrolliert und im Falle dem Transfundeur behilflich sein kann.

Der Operateur muß imstande sein, die Transfusion zu unterbrechen, ohne daß Spenderblut verloren geht.

Es gibt Apparate, bei denen durch die Unterbrechung der Transfusion Spenderblut verloren geht. Darunter fallen alle die Apparate, bei denen zuerst eine bestimmte Menge Blut dem Spender entnommen wird, um sie dem Empfänger zu infundieren. Ferner gibt es Apparaturen, die kleine Blutmengen entnehmen und sie dem Empfänger direkt überführen. Beide Arten wurden schon besprochen. Bei dem ersteren ist die entnommene Blutmenge verloren, sobald der Empfänger das Blut nicht verträgt oder eine Komplikation eingetreten ist, sei es, daß sich das Blut in seiner Beschaffenheit momentan verändert und zur Infusion unbrauchbar geworden ist oder daß aus technischen Gründen die Transfusion abgesetzt werden muß und desgleichen. Bei der zweiten Art der Transfusion, der direkten, kann ebenfalls eine Komplikation eintreten, die das Fortführen der Transfusion verbietet. Tritt nun im ersten Falle eine solche Komplikation ein, so geht dabei gewöhnlich eine größere Blutmenge verloren, meist mehr als 100 ccm, denn es werden ja gewöhnlich mehr als 100 ccm entnommen, ehe sie dem Empfänger infundiert werden. Bei der zweiten Art wird die Menge, die durch eine momentan eintretende Komplikation verloren geht, kaum 50 ccm übersteigen, da bei der direkten Transfusion die dazwischen geschalteten Apparate gewöhnlich nicht mehr fassen. Dieser Verlust von höchstens 50 ccm kann mit in den Kauf

genommen werden, während der nutzlose Blutverlust, der 100 ccm übersteigt, wohl vermieden werden soll. Bei dem hier beschriebenen Apparat soll es sich um eine Volumen- bzw. Fassungsgröße handeln, die zwischen 20 und 50 ccm zu stehen kommt. Ist aus irgendeinem Grunde notwendig, die Transfusion zu unterbrechen, so ist eben eine Blutmenge zwischen 20 und 50 ccm verloren, eine Menge, die noch nicht als allzu große nutzlose Vergeudung angesehen zu werden braucht. Es wurde schon beschrieben, daß der Apparat zu Beginn der Transfusion mit physiologischer Lösung angefüllt sein muß. Am Ende der Transfusion ist es wiederum zweckmäßig, mit derselben Lösung zu arbeiten, um überhaupt kein Blut verloren gehen zu lassen, was in folgender Weise vor sich zu gehen hat: Hat man genügend Blut transfundiert, dann nimmt man die Hohlnadel aus der Vene des Spenders heraus, taucht sie sofort in ein danebenstehendes Gefäß mit der Lösung und fährt mit der Transfusion fort. Es kommt dann von der Richtung des Spenders die Lösung, gelangt in den Apparat, führt dem Empfänger das Blut restlos zu und kann nach Bedarf dem Empfänger noch hinzugegeben werden, ohne daß für ihn irgendeine Veränderung der Transfusionsverhältnisse notwendig ist. Diese Handlungsweise ist nach jeder übergeführten Blutmenge möglich. Ist jedoch, wie schon einmal erwähnt, in dem Spenderschlauch ein T-Rohr aus Glas mit einem Hahn eingeschaltet, dessen Schlauch in das Gefäß taucht, so braucht nur der Hahn in die richtige Stellung gebracht werden und derselbe Zweck wird erreicht. Beide Arten, das Herausnehmen der Nadel aus der Spendervene und Eintauchen in das Gefäß oder die Umstellung des Hahnes sind gleich leicht auszuführen und erfüllen den Zweck der restlosen Ausnützung des Spenderblutes.

Die Menge des Blutes muß meßbar sein.

Bei den in der Gegenwart in Gebrauch befindlichen Apparaten ist durchwegs die Menge des überzuführenden Blutes meßbar; denn das ist eine unbedingte Notwendigkeit. Man muß wissen, wieviel Blut der Empfänger bekommt und der Spender abgibt, allein schon deshalb, um keinem von beiden zu schaden. Bei dem neuen hier beschriebenen Apparat ist ebenfalls die Menge meßbar. Es wurde schon angedeutet, daß das eigentliche Bluttransfusionsgefäß 20—50 ccm betragen soll. Bei einer Drehung des Flügels um 360° werden somit 20—50 ccm übergeführt, je nach der Größe des Gefäßes. Da die Drehung des Flügels langsam vor sich geht, wie schon einmal beschrieben wurde, je nachdem der Spender das Blut zu liefern in der Lage ist, eine Ueberstürzung und schnelle Transfusion durchaus nicht notwendig sind, da das Blut nur verhältnismäßig kurze Zeit außer der Blutbahn sich befindet, kann der Transfundeur leicht die Zahl der Drehungen mitzählen und

somit die übertragene Menge exakt, genau messen. Sollte dies jedoch als umständlich und unzuverlässig betrachtet werden, so kann man daran denken, ein Zahnrad anzubringen, das mit Zahlen versehen ist und bei jeder Umdrehung automatisch mit weitergeht.

Eine Infektion vom Empfänger zum Spender muß ausgeschlossen sein.

Diese Forderung findet außer Zweifel die beste Lösung in der indirekten Bluttransfusion. Jedoch ist in der direkten Transfusion ebenfalls eine Infektion ausgeschlossen, sobald ein System dazwischen geschaltet ist. Zahlreiche Apparate der direkten Transfusion sind bekannt, die auch keine Infektionen zulassen. Apparate, wie der von Oehlecker und Beck, die führend sind, gehören der direkten Methode an und bewähren sich ausgezeichnet. Der neue, hier beschriebene Apparat gehört ebenfalls der direkten Methode an, weist ein dazwischengeschaltetes System auf und schließt ebenso eine Infektion aus. Die Technik der Transfusion mit diesem Apparat wurde schon beschrieben. Nach jeder Flügeldrehung werden die Schläuche vertauscht durch Drehung des Konus, so daß immerwährend Blut vom Spender zum Empfänger fließt. Da die Transfusion nicht übereilt vor sich geht und der Transfundeur lediglich die Flügeldrehung und die Konusstellung zu besorgen hat, ist es seine Pflicht, dieses genau zu machen und nichts zu vergessen. Sollte ja die Konusumstellung in Vergessenheit geraten sein, so ist immerhin nach einer Flügeldrehung noch kein Unglück geschehen. Aber dann wäre es höchste Zeit, daran zu denken. Damit aber dadurch in keiner Weise die neue Apparatur in ihrem Wert vermindert wird, wird dafür Sorge getragen, daß nach jeder Flügeldrehung der Hebel des Flügels so einhakt, daß er erst dann wieder zurückgedreht werden kann, wenn der Konus umgestellt ist. Man kann auch daran denken, die Konusumstellung so einzurichten, daß sie nach jeder Flügelumdrehung automatisch vor sich geht. Dann wäre bei der Ausführung der Transfusion nur mehr die Flügeldrehung zu besorgen.

Nun einiges zu den Schläuchen.

Es wurde bereits beschrieben, daß die beiden Schläuche einmal parallel stehen und das andere Mal sich überkreuzen. Sind sie an den Venen angeschlossen, so laufen sie in einem stumpfen Winkel vom Konus auseinander, sowohl in Parallelstellung wie in der Kreuzungsstellung (siehe Zeichnung). Es ist ein Einwand möglich dahingehend, daß die Kreuzung, die nahe am Konus stattfindet, eine Zerrung an den Schläuchen verursacht und den Sitz der Nadeln, obwohl sie mit Heftpflaster fixiert sind, nachteilig verändern könnte. Falls es notwendig erscheint, soll dem dadurch Rechnung getragen werden, daß die beiden Schläuche einige Zenti-

meter vom Konus entfernt eine Fassung erhalten, die mit dem Apparat fest verbunden ist und die Schlauchkreuzung nur zwischen dieser Fassung und dem Konus zuläßt. Eine Zerrung ist dann ausgeschlossen. Das gleiche kann auch erreicht werden, wenn in der gleichen Höhe zwischen den beiden Schläuchen ein Stift sich befindet, der ebenfalls mit dem Apparat fest verbunden ist und den Schlauch zur Kreuzung an dieser Stelle zwingt.

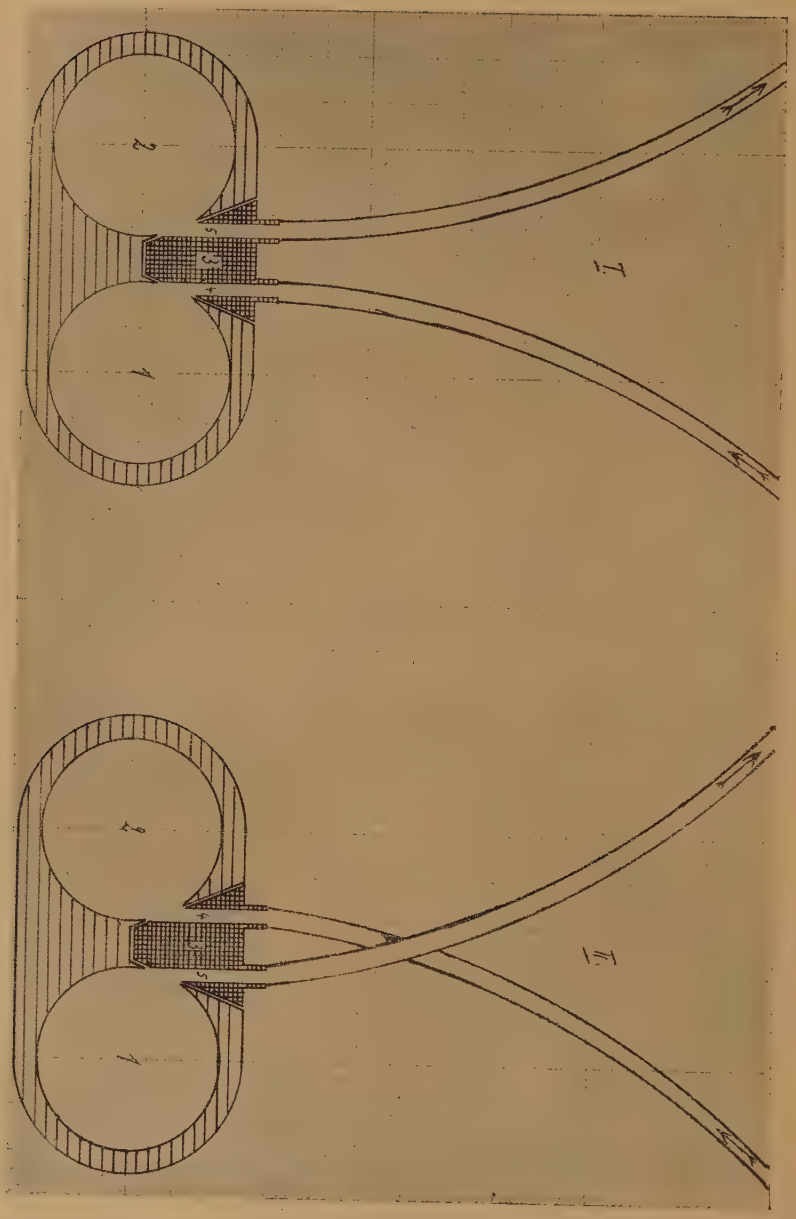
Zur Frage der Sterilisation.

Es wurde schon einmal betont, daß ein Transfusionsgerät die höchste Temperatur ertragen muß, die für eine sichere Sterilisation notwendig ist. Auch in diesem Punkt soll der neue Apparat den anderen Apparaten nicht nachstehen. Wäre er aus Preßbernstein oder ähnlichem Material, dann könnte diesem Apparat eine hohe Sterilisationstemperatur nicht zugemutet werden, denn diese Stoffe verformen sich und quellen leicht bei höherer Temperatur. Wohl nehmen sie beim Erkalten ihr ursprüngliches Volumen wieder ein, aber die Verformung kann unter Umständen doch dauernd sein. Da bei diesem Apparat die einzelnen Teile genau aneinander passen müssen, wenn er im Betrieb genau arbeiten soll, muß ein solches Material gewählt werden, das bei Hitze seine Gestalt nicht ändert und das ist hier Metall und Glas. Diesen beiden Stoffen kann die höchste Sterilisationstemperatur zugemutet werden, so wie z. B. einer Injektionsspritze oder chirurgischen Instrumenten. Auch ist der Ausdehnungskoeffizient der beiden Stoffe so, daß, falls sie miteinander verbunden sind, die Hitze die beiden Stoffe nicht nachteilig beeinblußt. Der neue Apparat garantiert also durch seine hohe Hitzeverträglichkeit die Sterilität. Da er in einzelne Teile zerlegbar ist, kann er nach jeder Transfusion auch genau gereinigt werden. Wird ein steril gemachter Apparat zusammengestellt, und hat einmal die Transfusion begonnen, dann wird die Sterilität von außen nicht mehr beeinflußt, auch wenn die Hände des Transfundeurs inzwischen mit unsterilen Dingen in Berührung gekommen sein sollten, oder wenn die Luft des Operationsraumes ungünstig sein sollte, sei es in Bezug auf Staub und dergleichen. Dies ist besonders wichtig bei Transfusionen, wo die örtlichen Verhältnisse für solche Operationen ungeeignet erscheinen. Gemeint seien hier vor allem die Verhältnisse, wie sie im Falle eines Krieges entstehen können, in den Lazaretten an der Front und dergleichen. Wird der sterile Apparat in seinen einzelnen Teilen oder auch zusammengestellt in sterile Tücher verpackt, dann kann er längere Zeit aufbewahrt werden, um dann sofort gebrauchsfähig zu sein. Auch das ist wiederum wichtig für Verhältnisse, die im Falle eines Krieges eintreten können.

Beschreibung einer Modifikation des neuen Apparates.

Es gibt Kliniken, an denen bei Bluttransfusionen ausschließlich mit Spritzen gearbeitet wird, was wohl seine Berechtigung hat; denn das Arbeiten mit Spritzen ist durch die vielen Injektionen, die ein Arzt macht, ihm am vertrautesten und er hat die beste Uebung mit diesem Instrument. Außerdem ist mit einer Spritze sicher, einwandfrei und einfach zu arbeiten. Auch Bluttransfusionsapparate, die mit Spritzen arbeiten, haben immer die Bahn gebrochen. So ist z. B. der Apparat von Oehlecker von jeher führend gewesen und das auch heute. Diesem Gesichtspunkte soll auch in dem neuen Apparat Rechnung getragen werden, um denjenigen Operateuren zu entsprechen, die einen Apparat bevorzugen, der mit Spritzen arbeitet. Der Verfasser hat zwar bei der Ausarbeitung des neuen Systems diese Lösung, die jetzt beschrieben werden soll, zuerst gefunden, glaubte aber durch die schon beschriebene Apparatur das System einfacher gestaltet zu haben. Trotzdem soll nun auch das System mit den Spritzen beschrieben werden.

Man denke sich zwei Injektionsspritzen, von denen jede 100 ccm faßt, parallel nebeneinander senkrecht aufgestellt. Die Metallfassungen der beiden Spritzen, oben wie unten, sind so gehalten, daß die oberen Fassungen miteinander verbunden sind und die unteren Fassungen ebenfalls. Die beiden Spritzenstempel sind miteinander gekoppelt, in der Weise, daß, wenn die eine Spritze ansaugt, die andere Spritze entgegengesetzt arbeitet, also drückt. Ist also der Stempel der einen Spritze ganz herausgezogen, dann befindet sich der Stempel der anderen Spritze ganz am Grunde derselben. Das ganze System steht aufrecht in einem Fuß. Nimmt man die beiden senkrecht stehenden Spritzen aus ihrer unteren Metallfassung heraus und betrachtet diese untere Metallfassung näher, so ergibt sich folgendes Bild: Beiliegende schematische Skizzen mögen dies noch näher beleuchten. Zunächst Skizze Nr. I. Es fallen in die Augen zwei Ringe, die mit 1 und 2 bezeichnet sind. In diesen beiden Ringen stehen die Glaszylinder der Spritze. Die waagrecht schraffierten Linien sollen die Metallfassungen andeuten. Der kleine quadratisch schraffierte Teil, mit 3 bezeichnet, soll den Konus im Schnitt darstellen, der in dieser unteren Metallfassung eingelassen ist. Nr. 4 und 5 sind die beiden Bohrungen dieses Konus und zugleich die Zu- bzw. Abführwege für die beiden Glaszylinder. Sind nun die Stempel der beiden Glaszylinder so angeordnet, daß der Stempel in dem Zylinder 1 unten ist und der im Zylinder 2 oben und sind sie so miteinander gekoppelt, dann wird der Zylinder 1 beim Hochziehen seines Stempels mit Flüssigkeit gefüllt. Den Weg nimmt die Flüssigkeit durch die Bohrung 4 im Konus


2
3
4
I
3
4
II

und wird diesem durch den angeschlossenen Schlauch zugeführt, wie die Pfeilrichtung zeigt. Automatisch geht der oben sich befindliche Stempel bei Zylinder 2 nach unten und drückt die Flüssigkeit durch die zweite Konusbohrung, in der Zeichnung Nr. 5, hinaus in den angeschlossenen Schlauch, wie auch hier die Pfeilrichtung zeigt. Wird dann der Konus (3) um 180 ^{0} gewendet und dadurch die beiden Bohrungen 4 und 5 und somit die Schläuche an den Spritzen vertauscht, wie die zweite Skizze zeigt, und der Stempel im Zylinder 2 hochgezogen, der im Zylinder 1 wird dabei nach unten gedrückt, dann kann die Flüssigkeit von einem Gefäß zum anderen in einem kontinuierlichen Strome hinübergepumpt werden. Das Prinzip dieses Apparates ist auch hier wieder die Schlauchkreuzung mit Hilfe der Konuswendung.

Es soll nun auch hier kurz die Verwendbarkeit dieses Apparates zum Zwecke der Bluttransfusion näher betrachtet werden.

Es wird gefordert eine möglichst geringe Schädigung von Spender und Empfänger. Bei diesem Apparat kann genau so wie beim vorhergehenden die Venenpunktion angewendet werden, ebenso können Glaskanülen benutzt werden. Der Empfänger erhält das Blut in demselben Tempo, in dem der Spender dieses zu liefern in der Lage ist.

Ferner wird gefordert die Uebertragung möglichst unveränderten Blutes. Chemisch wird hier das Blut genau so wenig verändert wie im vorigen Apparat. Die Luft wird dadurch entfernt, daß beim Füllen des Apparates mit physiologischer Transfusionslösung dieser aus seinem Fuß herausgenommen und in die Haltung gebracht wird, die beim Füllen einer jeden Injektionsspritze notwendig ist, um die Luftblasen zu entfernen. Der Apparat braucht dabei nicht einmal ganz umgekehrt, sondern nur waagrecht gehalten werden, da in dieser Stellung die Ausgangsöffnungen nach oben zeigen. Die Schläuche werden mit Paraffin überzogen, wie schon geschildert. Die Innenflächen der beiden Zylinder werden mit Vaseline benetzt, indem die beiden Kolben kurz vor ihrem oberen und unteren Ende ringsum eine Rinne aufweisen, die mit Vaseline bestrichen wird. Dadurch werden die Wände des Glaszylinders innen mit einer feinen Schicht Vaseline überzogen, das Gleiten der Stempel geschmeidig gemacht und zugleich für die Gerinnungshemmung gesorgt. Die beiden Bohrungen des Konus werden wieder mit einem mit Vaseline genetzten Wattebausch durchgezogen. Daß das Blut dann nur mit Paraffin und Vaseline in Berührung kommt, wird dadurch garantiert. Quetschen und Drücken des Blutes kommt bei dem gleichmäßigen ruhigen Tempo bei einer Transfusion und bei den geschmeidigen Wänden nicht in Frage.

Abkühlung des Blutes kommt bei der kurzen Zeit, in der das Blut außerhalb des Organismus sich befindet, und bei der kurzen Wegstrecke ebensowenig hier in Betracht wie im vorigen Apparat.

Der Apparat muß einfach sein. Er besteht aus den beiden Glaszylindern, die fest in einer gemeinsamen unteren Fassung sitzen, aus den beiden miteinander gekoppelten Stempeln, aus dem gemeinsamen oberen Verschluß und aus dem Konus, der an der unteren Fassung sitzt. Die Zusammenstellung eines solchen Apparates bietet keine besonderen Schwierigkeiten. Ueber das Einfetten wurde schon gesprochen. Nur muß noch erwähnt werden, daß der Konus außen noch etwas eingefettet werden muß zur besseren Führung und zum luftdichten Abschluß. Ueber das Füllen mit der Transfusionslösung wurde ebenfalls gesprochen. Doch ist hier noch eine weitere Erklärung notwendig. Es wurde eingangs gesagt, daß die Zylinder jeweils 100 ccm fassen sollen, sie können aber auch eine Größe von 50 ccm aufweisen oder noch weniger. Jedenfalls ist vorgesehen, die Apparatur so einzurichten, daß die Stempel nur bis zur halben Höhe des Zylinders hochgezogen werden können, in der oberen Hälfte des Zylinders nämlich, also über den Stempeln, soll Transfusionslösung sich befinden, die bei einer Transfusion mit auf- und abpendelt. Damit wird erreicht, daß die Glaswand, die bei gefüllter Spritze innen mit Blut benetzt wird, dann, wenn die Spritze leer ist, diese innen nicht mit Luft in Berührung kommt, sondern mit der Transfusionslösung, und so ein Eintrocknen der an der Glaswand haftenden Blutschicht verhindert und ein Festlaufen des Stempels ausschließt. Außerdem wird auch dem entgegengearbeitet, daß von oben keine Luft eindringen kann. Da der Apparat während der Transfusion in einem Fuß steht, macht dies keine weitere Behinderung.

Die Transfusion geht nach Erledigung der beschriebenen Vorbedingungen so vor sich: Während der eine Stempel hochgezogen wird, geht der andere gleichzeitig nach abwärts; dann wird der Konus gewendet; damit werden die Schläuche überkreuzt; nun wird der Stempel 1 wieder nach abwärts gedrückt, während gleichzeitig der andere Stempel gehoben wird, da sie gekoppelt sind. Nun beginnt dies von neuem. Sollte das Ziehen des Stempels unvorteilhaft erscheinen, so kann man an das Anbringen eines Zahnrades denken, das mit dem Stempelschaft der einen Spritze verbunden ist und mit einer Kurbel drehbar ist. Damit kann ein gleichmäßiges, ruhiges Transfundieren erzielt werden. Während der Konus vorne an der unteren Metallfassung sich befindet, kann die Kurbel an der oberen Fassung hinten sitzen.

Ueber die Vermeidung der Gefahr der Luftembolie, Gerinnselbildung, Gerinnung und Wirbelbildung kann dasselbe gesagt werden wie im vorigen Apparat. Es ist ein langsamer, kontinuierlicher Strom, der durch keine Klappen läuft, keine scharfen Wendungen macht, in kein Vakuum fließt, kein Blut hin- und herpendeln läßt und keine mit Blut gefüllten ab und zu stillstehenden Bohrungen von Hähnen aufweist.

Die Transfusion ist hier ebenfalls da möglich, wo Platz für den Patienten, den Operateur, seine Assistenz und genügend Licht da sind.

Die Transfusion kann auch jederzeit unterbrochen werden, ohne daß Spenderblut verloren geht. Das Spenderblut kann restlos ausgenützt werden und Transfusionslösung nachgegeben werden, so wie bei dem vorigen Apparat geschildert.

Die Menge des Blutes ist durch die bekannte Größe der Zylinder meßbar. Eventuell kann ein angebrachtes Zahnrad mit Ziffern die Zählung automatisch regeln. Die Schnelligkeit der Transfusion kann so eingerichtet werden, wie der Spender das Blut liefert, und wird in demselben Tempo dem Empfänger zugeführt.

Eine Infektion vom Empfänger zum Spender muß ausgeschlossen sein. Auch hier wird Sorge getragen, daß nach jedem Kolbenzug der nächste erst dann ausgeführt werden kann, wenn der Konus gewendet ist. Vielleicht wird es auch automatisch eingerichtet und mit der Drehkurbel gekoppelt. Für das Anbringen einer Schlauchfassung wird ebenfalls gesorgt.

Das Sterilisieren und Reinigen bei diesem Apparat ist genau so möglich wie bei jeder Injektionsspritze. Wenn der Apparat steril zusammengestellt ist und die Transfusion begonnen hat, wird von außen die Sterilität nicht mehr beeinflußt. Dies ist wichtig für Fälle, wo in unzweckmäßigen Räumen die Transfusion stattfinden muß, desgleichen kann der sterilgemachte Apparat, in sterile Tücher geschlagen, längere Zeit aufbewahrt werden und ist jedenzeit gebrauchsfertig.

Zusammenfassung.

Seit der Entdeckung des Blutkreislaufes beginnt die Technik der Bluttransfusion sich zu entwickeln. Man macht Tierversuche und lernt die Homoio- und Heterotransfusion kennen.

Seit der Entdeckung der Blutgruppen wird bloß mehr die Homoiotransfusion ausgeführt. Zahlreiche Transfusionsmethoden und Apparate werden erfunden und in der Praxis eingeführt.

Beschreibung eines neuen Apparates nebst kritischer Beurteilung desselben.

Beschreibung einer Modifikation dieses Apparates.

Dieser hier beschriebene Apparat mit dem Prinzip der Schlauchkreuzung sowie seine Modifikation sind mein alleiniges Eigentum und dürfen ohne meine Einwilligung nicht verwertet werden.

Am Schlusse meiner Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Oberarzt Dr. habil. Z s c h a u für die freundliche Uebernahme des Themas meinen ergebensten Dank auszusprechen.

Literatur - Nachweis:

Kubanyi, Dr. E.: Die Bluttransfusion. Budapest.
Wildegans, Dr. Hans: Die Bluttransfusion in Theorie und Praxis. Berlin.

Lebenslauf.

Ich, Heinrich Hofmeister, bin geboren am 10. Oktober 1905 zu Fichtelberg in Oberfranken, besuchte nach den unteren Volksschulklassen 6 Jahre das humanistische Gymnasium zu Weiden (Opf.), 2 Jahre eine Forstschule und war vom 18. bis zum 23. Lebensjahre im bayerischen Staatsforstdienst tätig. Im 27. Lebensjahr absolvierte ich das humanistische Gymnasium zu Amberg (Opf.). Anschließend studierte ich Medizin an den Universitäten zu Graz, Erlangen, Würzburg, Königsberg (Pr.) und wiederum Erlangen, wo ich im Herbst 1937 das medizinische Staatsexamen ablegte. Seit dieser Zeit bin ich an der Medizinischen Poliklinik der Universität zu Erlangen als Medizinalpraktikant tätig.